

GLAESSER, H.-G. (Hg.): Beiträge zur Landeskunde Schleswig-Holsteins und benachbarter Räume				
Kieler Arbeitspapiere zur Landeskunde und Raumordnung	Heft 24	Kiel	1991	S. 88-97

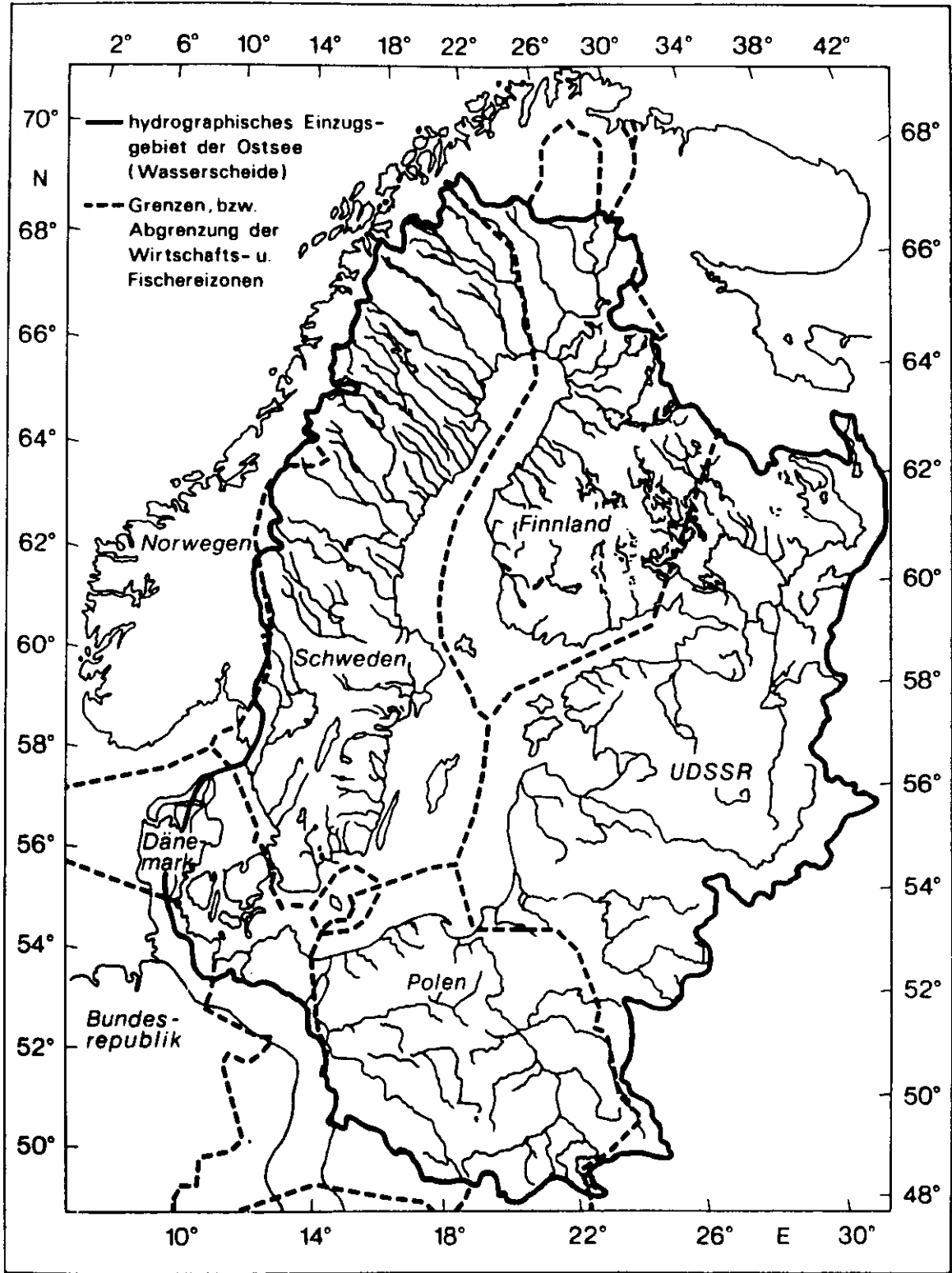
Umweltprobleme der Ostsee im Überblick

Gerhard Kortum, Kiel

Der Fremdenverkehr und Bädertourismus an der schleswig-holsteinischen und mecklenburgisch-vorpommerschen Ostseeküste von Flensburg bis Swinemünde, ferner der intensive Fährverkehr zwischen den nordischen Ländern und dem weiteren Ostseeraum sowie Butterfahrten in der Kieler Bucht bringen alljährlich zehntausende von Menschen in Kontakt mit dem Baltischen Meer. Hinzu kommen Sportbootverkehr, Campingplätze und Ferienzentren an der 200 km (alte Bundesrepublik) langen Küste. Nur wenige erfahren allerdings etwas über die ozeanographischen Verhältnisse in der Ostsee und den meeresgeologischen Zustand bzw. die Veränderungen in der Meeresumwelt der Ostsee, wenn man von alarmierenden und oft etwas überzeichneten Zeitungsmeldungen und Fernsehberichten absieht. In den letzten Jahren häuften sich allerdings Nachrichten über Fischsterben in der Eckernförder Buch, Sauerstoffknappheit in der Flensburger Förde, Verschmutzung der Ostsee, Störung des örtlichen ökologischen Gleichgewichtes in der Meeresumwelt und über ein "Sterben der Ostsee" allgemein.

Allerdings gibt es auch Meldungen, daß die wissenschaftliche Zusammenarbeit der Ostseeanliegerländer inzwischen Fortschritte gemacht hat und gewisse Schadstoffe, wie DDT mit Quecksilber in der Ostseemwelt zurückgehen. Dies ist ein Ergebnis des 1974 geschlossenen Vertrages zur Ostseesanieung, zu der sich alle Anrainerstaaten verpflichtet haben. Auch die Bundesrepublik Deutschland hat im Jahre 1979 ein entsprechendes Gesetz zu dem Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes erlassen und detaillierte Schutzbestimmungen vorgesehen. Allerdings ist hierbei zu beachten, daß wir nur einen geringen Anteil der insgesamt 7.080 km langen Küstenlinie der Ostsee haben (Schleswig-Holstein 200 km, neue Bundesländer 270 km). Der Anteil des Einzugsgebietes der Flüsse, die in die Ostsee entwässern, beträgt in Schleswig-Holstein nur 5.000 km² und in den neuen Bundesländern 26.600 km² (Ostsee insgesamt: 1.550.000 km²). Eine weitere Verschlechterung der Umweltbedingungen im Ostseeraum kann nur verhindert werden, wenn alle Länder noch enger zusammenarbeiten. Dies erfolgt im Rahmen der Helsinki-Kommission. Inzwischen haben sich erfreulicherweise auch zahlreiche Umweltorganisationen mit der Meeresverschmutzung, nicht nur der Nord-, sondern gerade auch der Ostsee befaßt und zahlreiche Aktivitäten in der Öffentlichkeit begonnen.

Abb. 1: Das Ostseegebiet



Hiermit wird weiterer Druck auf die Regierungen ausgeübt, mehr für die Ostsee zu tun.

Die Meeresumwelt der Ostsee hat sich in den letzten 20 Jahren hauptsächlich durch die Einleitung von häuslichen und industriellen Abwässern sowie insbesondere durch die Zufuhr von Nährstoffen wie Phosphat und Stickstoff (Eutrophierung) zunehmend verändert. Dies hat z. B. nicht nur zu einer drastischen Reduzierung der Anzahl der Kegelrobben im Ostseebereich geführt, sondern auch zur vermehrten Entwicklung von Plankton in einigen Jahrzehnten. Meldungen über das Vordringen von Killeralgen im Kattegat (so 1988) sowie Beobachtungen über ein erhöhtes Pflanzenwachstum im Meer haben auch die Wissenschaftler beunruhigt. Für den Fremdenverkehr schließlich ist es nicht unerheblich, ob auch zukünftig Meldungen über starke Verschmutzung oder sogar "Vergiftung" durch den Eintrag von Schwermetallen (Cadmium, Kupfer, Quecksilber) DDT und chlorierten Kohlenwasserstoffen erscheinen. Neuere meereschemische Meßverfahren haben aber inzwischen ergeben, daß durch die Flüsse aus Polen und der Sowjetunion eine große Zahl bisher in der Ostsee unbekannte Verbindungen eingetragen werden, wenn auch in ganz geringen Konzentrationen. Noch wenige Erkenntnisse liegen vor über den Eintrag von Schadstoffen über die Atmosphäre. Dieser Aspekt gewinnt zunehmende Bedeutung, weil inzwischen festgestellt wurde, daß bezüglich Stickstoff fast ebensoviel über die Atmosphäre in das Meer gelangt wie über das Flußsystem.

Die Umweltprobleme des Ostseegebietes sind sehr schwierig zu beurteilen und könnten nur sinnvoll zusammenhängend mit Vorgängen behandelt werden, die das feste Land betreffen, wie z. B. die landwirtschaftliche Nutzung und Intensivierung im Einzelbereich oder der Grad und die Art der Industrialisierung in den Küstenräumen. Ferner muß auf die zunehmende Konzentration der Bevölkerung im Ostseeküstenbereich hingewiesen werden. Gegenwärtig leben im Einzugsbereich der Ostsee bereits 71 Mio. Einwohner. Meereskundliche und meeresbiologische Betrachtungsweisen müssen somit mit geographischen Perspektiven zur Beurteilung der Situation der Ostsee herangezogen werden. Gerade das Beispiel Ostsee macht deutlich, daß eine Notwendigkeit besteht, die Geographie des Meeres in Forschung, Lehre und Unterricht weiter zu entwickeln.

"Unsere Ostsee, bald ein totes Gewässer?", "Stirbt die Ostsee?" - so einige Schlagzeilen in der Presse: Um zu einer sorgfältigen Analyse des Krankheitsbildes zu kommen, sind viele Wissenschaftsbereiche aufgefordert, sorgfältige Datenerhebungen vorzunehmen und, vor allem, langfristige Meßreihen durchzuführen, um zunächst Tendenzen über die Entwicklung der Meeresumwelt herausstellen zu können. Oft kann man heute noch nicht sagen, ob es sich bei der Beeinflussung durch natürliche Faktoren, wie z. B. Wetter und Abfluß, um langfristige Variationen um einen natürlichen Mittelwert handelt oder ob es sich um langfristige Veränderungen bei den natürlichen Steuerfaktoren des Ökosystems Ostsee handelt. Dies gilt z. B. insbesondere für die Veränderungen des Einstromes von sauerstoffreichem, salzreichem Tiefenwasser aus dem Skagerrak durch die tiefen Rinnen der Beltsee in die Ostsee. Diese werden durch die atmosphärischen Bedingungen, insbesondere Sturmtiefs, mit ausgelöst. In einem

internationalen Überwachungsprogramm, das von der Helsinki-Kommission in Zusammenarbeit mit allen Meeresforschern des Ostseegebietes durchgeführt wird, sind exakte Daten über die Meeresumwelt erst für die letzten zehn Jahre zusammengetragen worden. So beteiligt sich das Institut für Meereskunde an der Universität Kiel bei der Überwachung der biologischen Prozesse der Ostsee. Allerdings kann man zumindest für die relativ gut erforschte westliche Ostsee auch auf Daten zum Vergleich zurückgreifen, die bereits vor 100 Jahren erfaßt wurden. Marine Ökosysteme sind sehr kompliziert aufgebaut. Wir wissen heute, daß die anthropogenen, d. h. vom Menschen verursachten oder beeinflussten Faktoren zunehmend an Bedeutung gewinnen (Einleitung von Nährsalzen und Schadstoffen, Nutzung durch Schifffahrt etc.). Die im folgenden aufgeführten Tendenzen können nur erste Hinweise ergeben, weitere detailliertere Informationen finden sich in Veröffentlichungen, die im Literaturverzeichnis aufgeführt sind.

Tab. 1: Natürliche Gliederung der Ostsee

	Fläche km ²	Volumen km ³	Einzugs- gebiet km ²	Flußwas- ser km ³ /Jahr	Einwohner Mio.		Phos- phor t/Jahr	Stick- stoff t/Jahr
Bottnischer Meerbusen	115517	6370	449650	193,29	S SF	1,52 0,91	3500 3600	56700 53200
Finnischer Meerbusen	29498	1098	419200	113,52	SF SU	1,96 10,00	900 4000	16300 57700
Rigaer Meerbusen	17913	406	127400	29,00	SU	4,00	1100	47800
Eigentliche Ostsee	209930	13045	568973	100,34	SU PL S DDR DK	5,50 32,80 4,24 0,91 0,08	800 19100 1100 100 300	24800 109900 28000 1200 2600
Beltsee	20121	287	27360	7,90	DDR D DK S	1,06 1,10 3,28 0,72	300 2400 7300 1000	2400 16400 48500 9300
Kattegat	22287	515	78650	28,90	DK S	0,46 2,20	1900 1200	18000 35500
Ostsee	415266	21721	721233	472,95	71 Mio.		49000	528000

Quelle: GERLACH (1988)

Ist die Ostsee nun krank oder sogar auf dem Sterbebett? Es gibt in der Tat besorgniserregende Symptome, die eine genaue Beobachtung des Patienten erfordert. Erst dann kann nach einer abgesicherten Diagnose ein Krankheitsbild entworfen werden und eine erfolgversprechende

Therapie zur Gesundung oder sogar Vorsorge vorgeschlagen werden. Wissenschaftler vom Institut für Meereskunde haben in einer Bestandsaufnahme der Veränderung der Lebensbedingungen in der Ostsee aufgrund vermehrter Schadstoff- und Nährstoffzufuhr den nicht unzutreffenden Vergleich des Meeres mit einem menschlichen Organismus noch weitergeführt und die Frage gestellt, wie die Ostsee sterben kann: Neben Gewalteinwirkung (durch Kunstbauten, wie Brückenprojekte über die Ostseezugänge) und Altersschwäche kommen nach seiner Auffassung auch Vergiftung, Überfressen oder Ersticken infrage. Vor der Untersuchung des Patienten Ostsee sollte man diesen Meeresraum kurz kennenlernen:

Tab. 2: Anliegerländer der Ostsee

Land	Fläche in 10^3 km^2	Einwohner 10^6	generalis. Küstenlänge in km	Einzugsgebiet für die Entwässerung in die Ostsee in 10^3 km^2
1. Schweden	449,8	7,8	2460	410,2
2. Finnland	337,0	4,7	1230	301,2
3. UdSSR direkt angrenzend: RSFSR, Gebiet Leningrad	22400,0 85,9	261,2 5,4	1740 ≈ 350	564,2
Estnische SSR	45,1	1,4	≈ 680	
Lettische SSR	63,7	2,4	≈ 475	
Litauische SSR	65,2	3,1	≈ 75	
RSFSR, Gebiet Kaliningrad	15,1	0,7	≈ 160	
4. Polen	312,5	32,2	380	223,3
5. DDR direkt angrenzend: Bezirk Rostock	108,2 7,1	17,1 0,9	270	26,6
6. BRD direkt angrenzend: Schleswig-Holstein	248,5 15,7	59,7 2,3	200	5,0
7. Dänemark	43,0	4,8	800	19,7
			7080	1550,2

Quelle: HUPFER (1978)

Nach § 1 des HELCOM-Abkommens bezeichnet der Ausdruck "Ostseegebiet" die eigentliche Ostsee mit dem Bottnischen und Finnischen Meerbusen sowie das Kattegat bis zum Breitengrad

von Kap Skagen. Die Ostsee in diesem Sinne definiert enthält auf einer Gesamtfläche von über 415.000 km² etwa 22.000 km³ Wasser. Die eigentliche Ostsee mit der Arkona- und Bornholm-See sowie dem westlichen und östlichen Gotlandbecken macht allerdings mit 210.000 km² (Wasserhaushalt 13.000 km³) nur etwa die Hälfte der Fläche des Ostseegebietes aus. Die tiefste Stelle der Ostsee befindet sich im Landsorttief südlich Stockholms vor der schwedischen Küste (459 m). die schleswig-holsteinische Ostseeküste grenzt im Süden die sogenannte Beltsee ab, eine für den gesamten Raum entscheidende Flachwasserregion mit einigen tieferen Rinnen. Für den Wasseraustausch der Ostsee, insbesondere das Eindringen von sauerstoffreichem Kattegat- und Skagerrakwasser ist die nur 18 m tiefe Darßer Schwelle zwischen Gedser und der Mecklenburger Küste der entscheidende Punkt.

Wichtig für ein Verständnis des Ostseeproblems ist die Tatsache, daß das ökologische Problem der Ostsee zum erheblichen Teil naturgegeben ist durch die Aufgliederung des Meeresraumes in einzelne Beckenregionen, die durch Schwellen voneinander getrennt werden.

Insgesamt gesehen handelt es sich um ein großes Brackwassergebiet: Der Salzgehalt nimmt von 15 ‰ in der Beltsee auf knapp 2 ‰ in der nördlichsten Bottenwiek am Polarkreis ab. eine weitere Besonderheit der Ostsee als intrakontinentales Nebenmeer ist die Tatsache, daß die Belte und der Öresund nur einen sehr beschränkten Wasseraustausch mit der Nordsee und damit dem Ozean zulassen. Der Kleine Belt hat eine Breite von 1 km (9 % des Wasseraustausches), der Große Belt ist teilweise 30 m tief und 18 km breit. Er vermittelt 64 % des Wasseraustausches mit der Ostsee, während auf den flachen 6 km breiten Öresund nur 27 % entfallen. Diese neuralgischen Punkte für das Ökosystem Ostsee ergaben sich durch die Formung der Landschaft nach der letzten Eiszeit, die einen bedeutenden Meeresspiegelanstieg mit sich brachte. Wir wissen aus der jüngeren geologischen Entwicklung der Ostsee, daß sie zeitweise ein Süßwassersee war und es auch Perioden mit höherem Salzgehalt gegeben hat. Erhöhung des Salzgehaltes bzw. Aussüßung bedeuten aber den Tod für viele nichtangepaßte Organismen, da diese Veränderungen sich sehr schnell vollziehen. In diesem Sinne kann man durchaus davon reden, daß ein natürlicher Tod des Ökosystems aufgrund der geographischen Situation schon mehrmals stattgefunden hat.

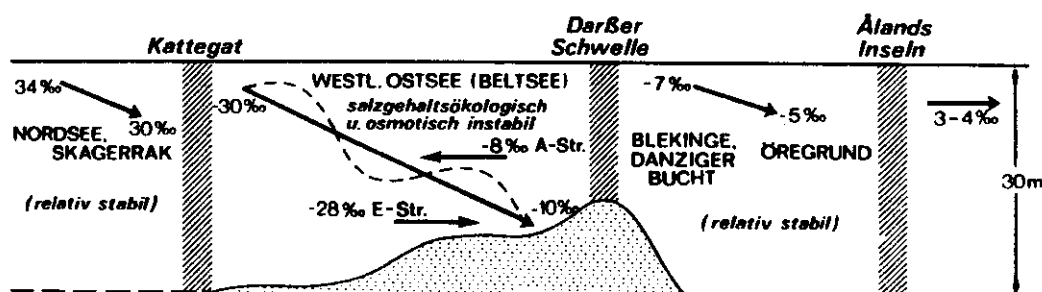
Bekanntlich ist es heute technisch kein Problem, eine Damm-Brücken-Querung des Großen Beltes oder auch des Fehmarnbeltes durchzuführen, Umweltschützer und auch Meereskundler warnen allerdings vor jeglichen Manipulationen, die sich auf eine Veränderung des Durchflusses durch die Meerengen auswirken könnten. Gegenwärtig wird das Problem erneut bei dem Projekt der Sund-Brücke von Kopenhagen nach Malmö diskutiert.

Die Ostsee ist insgesamt ein Wasserüberschußgebiet. Die natürliche Wasserbilanz ist positiv: Etwa die Hälfte der Flußzufuhr von rund 500 km³ jährlich stammt aus nur sieben Flüssen und ihrem Einzugsgebiet, mit ihnen kommen bedeutende Schadstoffmengen und Nährsalze aus dem Hinterland in das Ökosystem Ostsee (Neva 87 km³, Weichsel 34 km³, Düna 24 km³, Memel

21 km³, Kemioki 18 km³, Oder 17 km³ und Luleälf 15 km³). Bei einer künstlichen Abdämmung würde die Ostsee jährlich um 1,24 m ansteigen und bald wieder ein Süßwassersee sein.

In geologischer und auch biologischer Hinsicht ist die Ostsee heute ein sehr labiler Lebensraum. Einschneidende Veränderungen in der Vergangenheit lassen darauf schließen, daß diese auch für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden können. Längere Meßreihen deuten darauf hin, daß sich sowohl Salzgehalt als auch die Wassertemperatur der Ostsee in den letzten Dekaden tendenzmäßig erhöht haben, wenn auch nur geringfügig und besonders in den tieferen Schichten. Ursachen dieser natürlichen Umweltveränderungen sind wahrscheinlich Veränderungen in der atmosphärischen Zirkulation insgesamt. Auch kann angenommen werden, daß die Häufigkeit des Einstroms von sauerstoffreichem Nordseewasser in die Ostsee etwas größer geworden ist. Gleichzeitig verringerte sich aber auch die Süßwasserzufuhr, so daß sich insgesamt eine höhere Stabilität der Schichtung in der Ostsee ausprägte, die den vertikalen Austausch zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser noch mehr erschwert.

Abb. 2: Schematische Darstellung der vegetationsökologischen Salzgehaltsverhältnisse in der Ostsee



Quelle: MAGAARD & RHEINHEIMER 1974

Ein weiteres wichtiges Ergebnis für den Zeitraum von 1900 bis 1970 ist aber die nachweisliche Verringerung des Sauerstoffgehaltes. Tendenziell hat sich von 1938 - 1968 im Tiefenwasser der Ostsee der Phosphatgehalt verdreifacht. Diese Veränderungen der Ostseemwelt, die zu einer periodischen Ausprägung von toten Zonen mit Schwefelwasserstoff in den Tiefenbereichen führte, ist aber auch eine Folge der menschlichen Tätigkeit. Insgesamt rechnet man für die jährliche Phosphorbilanz der Ostsee mit Einnahmen durch Abwassereintrag, Niederschlag aus der Atmosphäre und Abfluß vom Land sowie Einstrom von der Nordsee von insgesamt 17.000 - 27.000 t. Der Ausstrom von relativ ausgesüßtem Ostseewasser zur Nordsee entfernt 7.000 - 10.000 t Phosphor pro Jahr, mithin verbleibt im Ostseesystem 7.000 - 230.000 t pro Jahr. Allein die Flüsse Oder (2.598 t pro Jahr) und Weichsel (3.798 t pro Jahr) dürften etwa die Hälfte der Überdüngung der Ostsee verursachen. Die genannten Ströme bringen aus ihrem Einzugsbereich knapp 70.000 t pro Jahr Nitrat in das Ostseesystem. In der Zeit zwischen 1970

und 1980 wurde im Winterwasser der Ostsee eine dreifache Nährstoffkonzentration in der Oberfläche gegenüber den Zeiträumen vorher registriert. Dies sind eindeutige Anzeichen für eine Eutrophierung, die zu einer wesentlich höheren Phytoplanktonproduktion geführt hat. Absterbendes Plankton sinkt in das Tiefenwasser und führt zu einer zusätzlichen Sauerstoffzehrung in den Becken der Ostsee.

Tab. 3: Jährliche Phosphorbilanz für die Ostsee (P in t/Jahr)

Einnahmen:	Abwassereintrag	15000		
	Fallout der Atmosphäre	1000	bis	3000
	normaler Abfluß vom Land	1000	bis	3000
	Einstrom von der Nordsee	6000		
gesamte Einnahmen		17000	bis	27000
Ausgaben:	Ausstrom zur Nordsee	7000	bis	10000
Verbleib in der Ostsee:		7000	bis	20000

Quelle: HUPFER 1984

Seit dem letzten großen Salzwassereinbruch von 1951/52 in dem Ostseeraum sind die Sauerstoffverhältnisse in der Ostsee immer schlecht gewesen. In einigen Gebieten starb die gesamte Bodenfauna zeitweise ab. Eine Bewahrung der Ostseemwelt vor Überdüngung, d. h. eine Abwendung des Todes durch Überfressen, wäre nur durch Vorsorgemaßnahmen an Land im Einzugsbereich der Flüsse (Bau von Kläranlagen, Verringerung der Verwendung von Kunstdünger u. ä.) zu erreichen. Es ist aber anzunehmen, daß mit zunehmender Entwicklung in Ost-Europa diese Gefahr keineswegs gebannt werden kann. Satellitenbilder zeigen eindeutig, daß sich großflächige chlorophyllreiche Wassermassen von den Mündungsgebieten von Weichsel und Memel mit den Meeresströmungen ausbreiten. Sauerstoff aus dem bestdurchlüfteten Oberflächenwasser kann nicht in die Tiefe dringen, da sich besonders im Sommer eine Sprungschicht ausbildet, die eine Durchmischung und Erneuerung des Tiefenwassers von der Oberfläche her verhindert. Wie bereits gesagt, ist die Versorgung der Tiefenbecken mit sauerstoffreichem Nordseewasser nicht gesichert. Interessant sind in diesem Zusammenhang einige Versuche der "Umwelttheraphie", so zum Beispiel in der Flensburger Förde eine Belüftungsanlage zu installieren. Seit 1977 ist keine Erneuerung des Sauerstoffes im Gotlandtief mehr erfolgt, und die toten Zonen mit Schwefelwasserstoff haben sich seitdem bis auf gegenwärtig 100.000 km² vergrößert.

Fassen wir das Ostseeproblem in einem Satz zusammen, können wir feststellen, daß sich der Zustand des ganzen Meeres allmählich zu verschlechtern scheint. In der Oberfläche vollzieht sich eine sehr viel höhere biologische Produktion, während wir in der Tiefe eine fortschreitende

Stagnation beobachten können. Diese Stagnationsphasen hat es allerdings auch schon in der Vergangenheit, so um die Mitte des 19. Jahrhunderts, gegeben.

Um eine Klärung des Ostseeproblems und eine Prognose zu wagen, müssen die wissenschaftlichen Grundlagen verbessert werden: Insbesondere ist die Verunreinigung der Ostsee von Land aus auf ein Minimum zu beschränken und die Häufigkeit und Intensität der Salzwassereinbrüche in die Ostsee näher zu untersuchen. Bei einer Prognose für den Zustand der Ostsee in den nächsten Dekaden sind die natürlichen Verhältnisse ebenso zu berücksichtigen wie die wirtschaftlichen Aktivitäten der Menschen, die um die Ostsee wohnen. Notwendig sind deshalb zunächst langfristige Überwachungsprogramme für den Meeresraum (Monitoring) und gesetzliche Vorkehrungen für den Umweltschutz in den Anrainerländern.

Literatur

- Baltic Marine Environmental Protection Commission, Helsinki Commission (Hg) (1990): Second Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea 1984-1988. Background Document. In: Baltic Sea Environmental Proceedings No. 35B.
- Deutsches Hydrographisches Institut (Hg.) (1959): Ostsee-Handbuch IV. Teil. Von Flensburg bis Utklippan und Memel. Nr. 200 3. Hamburg.
- DIETRICH, G. (1951): Oberflächenströmungen im Kattegat, im Sund und der Beltsee. In: Deutsche Hydrographische Zeitschrift 4, S. 129-150.
- GERLACH, D. A. (1988): Stirbt die Ostsee? Schadstoffe und Nährstoffe in der Ostsee und die Veränderungen der Lebensbedingungen in den letzten 40 Jahren. In: MNW 41/5, S. 262-276.
- GERLACH, D. A. (1990): Nitrogen, Phosphorus, Plankton and Oxygen Deficiency in the German Bight and in Kiel Bay. In: Kieler Meeresforschung 7.
- GRASSHOFF, K. (1975): The Baltic Sea as an Example for the Interaction of Natural and Manmade Stress Factors. In: Thalassia Jugoslavija 11, S. 1-17.
- HELM, R. (1968): Zum Problem der Strömungen im Fehmarnbelt. In: Beiträge zur Meereskunde 22, S. 25-40.
- HUPFER, P. (1979): Die Ostsee - Kleines Meer mit großen Problemen. In: Kleine naturwissenschaftl. Bibl. 40, Leipzig.

KÄNDLER, R. (1953): Hydrographische Untersuchungen zum Abwasserproblem in den Buchten und Förden der Ostküste Schleswig-Holstein. In: Kieler Meeresforschung IX, 19, S. 176-200.

KRUG, J. (1963): Erneuerung des Wassers in der Kieler Bucht im Vergleich eines Jahres am Beispiel 1960/61. In: Kieler Meeresforschungen XXXIX, S. 158-174.

MAGAARD, L & R. RHEINHEIMER (Hg.) 1974): Meereskunde der Ostsee. Berlin.

VOIPO, A. (Hg.) (1981): The Baltic Sea. Amsterdam.

WATTENBERG, H. (1949): Die Salzgehaltsverteilung in der Kieler Bucht und ihre Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage. In: Kieler Meeresforschung 6, S. 17-30.